

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA LƯỚI LỌC TRONG THIẾT KẾ KIỂM SOÁT CÁT THÔNG QUA THÍ NGHIỆM LƯU GIỮ CÁT

Nguyễn Lâm Quốc Cường¹, Nguyễn Mậu Đăng²

¹Viện Dầu khí Việt Nam

²Công ty Dầu khí Việt Nhật (JVPC)

Email: cuongnlq@vpi.pvn.vn

<https://doi.org/10.47800/PVJ.2022.11-04>

Tóm tắt

Để khai thác dầu khí trong thành hệ cát có độ gắn kết yếu hoặc bở rời, việc phải sử dụng lưới lọc cát trong giếng khoan là cần thiết để ngăn ngừa sự dịch chuyển của cát thành hệ đi vào giếng (còn gọi là hiện tượng cát chảy) làm tắc nghẽn giếng khoan. Trong công tác hoàn thiện giếng thân trần, lưới lọc cát trực tiếp là thành phần chính để ngăn ngừa cát chảy, do vậy việc lựa chọn được lưới lọc cát phù hợp là yếu tố then chốt để giảm thiểu lượng cát đi vào lòng giếng và tối ưu vòng đời khai thác của giếng.

Hiện nay, các loại lưới lọc cao cấp (premium screen) với các tấm đan (meshes) bằng thép làm cho độ mở của khe lưới có hình dạng phức tạp dẫn đến hiệu quả ngăn ngừa cát khác biệt rất nhiều so với các loại lưới truyền thống. Thí nghiệm lưu giữ cát được xem là tiêu chuẩn và bắt buộc phải làm khi lựa chọn độ mở và kích thước khe hở của lưới lọc, và được dùng để xác định các hạn chế của việc ngăn ngừa cát cho từng độ mở khác nhau.

Bài báo trình bày các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm lưu giữ cát và đề xuất giải pháp khắc phục theo hướng cần xem xét xu hướng của dữ liệu hơn là dựa tuyệt đối vào kết quả đầu ra. Bài báo cũng trình bày phương pháp đánh giá thông qua sự thay đổi độ thấm của lưới lọc để có kết quả định lượng hơn so với các phương pháp truyền thống.

Từ khóa: Cát chảy, lựa chọn lưới lọc, thí nghiệm lưu giữ cát.

1. Giới thiệu

Để duy trì khả năng cho dòng của giếng, khó khăn chung trong hệ thống khai thác là kiểm soát được hiện tượng cát chảy từ thành hệ vào giếng. Hiện tượng cát chảy - một trong những nguyên nhân chính làm suy giảm khả năng khai thác của giếng - tạo ra những nút cát chắn dòng vào, làm ăn mòn chuỗi thiết bị khai thác đáy giếng, làm hư hại hệ thống thiết bị bề mặt như bình tách, đường ống... Việc thực hiện các thí nghiệm để mô phỏng lại các quá trình hình thành cũng như ảnh hưởng của hiện tượng cát chảy là đặc biệt quan trọng, góp phần đánh giá, kiểm soát và tối ưu hiệu quả khai thác bao gồm đánh giá, lựa chọn tối ưu loại lưới phù hợp để ngăn ngừa hiện tượng cát chảy.

Thí nghiệm giữ cát thường được dùng để lựa chọn lưới lọc tối ưu làm lưới chắn cát, nhằm kiểm soát việc cát chảy vào hệ thống khai thác, giảm thiểu ảnh hưởng đến khả năng khai thác của giếng. Hai cơ chế (slurry và sandpack) mô tả lại cát được khai thác chung với sản phẩm trong khoảng không giữa mặt lớp cát và lưới chắn, sau đó hình thành 1 lớp cát gọi là bridging che mất khoảng không, ngăn không cho dòng sản phẩm chạy vào thành giếng. Đây là thí nghiệm có hiệu quả ứng dụng, phù hợp cho quá trình tiếp cận nghiên cứu mới.

2. Phương pháp thí nghiệm

Việc lựa chọn lưới lọc phù hợp nhất sử dụng trong quá trình kiểm soát cát cần phải được xác định trước giai đoạn hoàn thiện giếng khai thác. Do vậy, các thử nghiệm lưu giữ cát trong phòng thí nghiệm sẽ được tiến hành trên các hệ lưới lọc khác nhau (Hình 1) để đánh giá mức độ hiệu quả của kích thước mở lưới lọc. Nghiên cứu của Coberly [1] chủ yếu dựa vào kích thước hạt cát thành hệ



Ngày nhận bài: 19/10/2022. Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 19 - 21/10/2022.

Ngày bài báo được duyệt đăng: 28/10/2022.

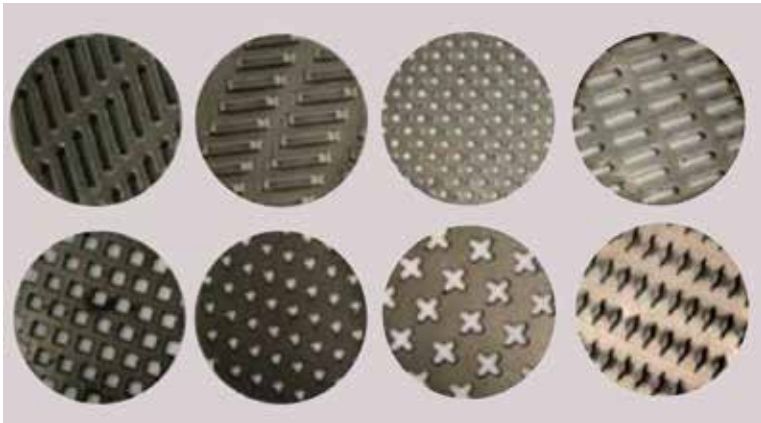
để lựa chọn độ mở của lưới, không đề cập đến độ chọn lọc cũng như tính đồng nhất của cát nên tính thực tế không cao.

Các thí nghiệm đều đo áp suất trong quá trình thử nghiệm (hoặc tốc độ dòng chảy nếu áp suất được kiểm soát) và lượng cát thu được. Quá trình này có thể thực hiện với cả cát vữa và cát mô phỏng. Chất lưu dùng để bơm ép, tốc độ dòng chảy và kênh là những yếu tố chính ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm lưu giữ cát. Khi sử dụng cát thành hệ, thí nghiệm lưu giữ cát được cho là rất hữu ích để so sánh hiệu suất lưu giữ và khả năng bị tắc nghẽn của các loại lưới lọc [2, 3].

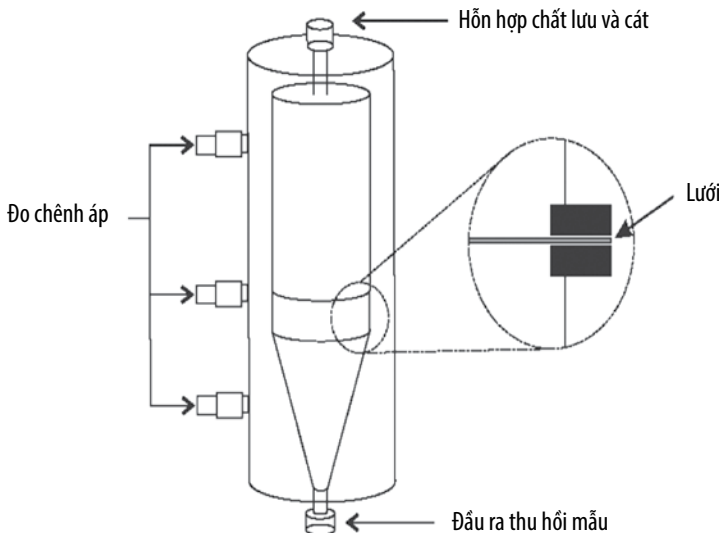
Hiệu suất lưới lọc thường được đánh giá dựa trên 2 yếu tố sau [4, 5]:

- + Khả năng bị tắc nghẽn của lưới để đánh giá thời gian sử dụng lưới trước khi bị tắc nghẽn.
- + Khả năng giữ cát để đánh giá khả năng giữ cát tối đa và không cho 1 lượng cát đáng kể lọt qua lưới.

Có 2 loại thí nghiệm lưu giữ cát: kiểm tra lơ lửng (slurry test) và thí nghiệm gói cát (sand-pack test). Cả 2 thí nghiệm này đều có thể đo các thông số sau [6]:



Hình 1. Các loại lưới lọc cơ bản.



Hình 2. Thí nghiệm lơ lửng - slurry test.

+ Khối lượng cát thu được là 1 hàm của thời gian hoặc là hàm của khối lượng cát được bơm vào nhằm đánh giá hiệu quả giữ cát của lưới.

+ Áp suất tăng dần trong khoảng lưới lọc và lớp cát cho ý tưởng đánh giá khả năng bị tắc nghẽn lưới.

+ Sự phân bố kích thước hạt (PSD) của cát thu được sẽ giúp đánh giá khả năng xói mòn.

Nghiên cứu của Wu [5] chỉ ra rằng trong thí nghiệm giữ cát, cát phải được lắng đọng trên lưới lọc ở điều kiện áp suất giảm dần (drawdown pressure) để tránh việc hiểu sai về sự gia tăng nhanh chóng của áp suất do bị tắc nghẽn trên lưới từ thử nghiệm tốc độ dòng chảy không đổi. Hiện tượng bị tắc nghẽn trên lưới có thể được xác định bằng cách đo độ thấm của lưới lọc cát trước và sau khi thí nghiệm hoàn thành. Hình 3 là sơ đồ hệ thiết bị thử nghiệm lưu giữ cát.

Chưa có tiêu chuẩn thống nhất về cách lưu giữ cát nên được thực hiện như thế nào hoặc cách diễn giải kết quả ra sao. Các thông số, chẳng hạn như độ thấm qua lượng cát thu được trên lưới và chênh áp qua lưới, có thể xác định được từ thí nghiệm.

2.1. Thí nghiệm slurry

Thí nghiệm slurry sử dụng dung dịch có nồng độ cát thấp được bơm qua lưới lọc theo cách ngăn chặn sự phân tách cát hình thành trước khi tác động lên lưới lọc. Cát sẽ ở trạng thái lơ lửng trong dung dịch (thường là dung dịch có độ nhớt trung bình cao) và máy bơm sẽ đẩy dung dịch này vào dòng chất lưu tốc độ cao (thường cùng loại chất lưu trong vỉa), nồng độ cát sau đó được pha trộn làm loãng đi và chảy xuống lưới lọc (Hình 2). Thí nghiệm sẽ đo lượng hạt rắn thu được sau khi qua lưới lọc và tốc độ mà áp suất tích tụ trên lưới lọc so với lượng cát đã tiếp xúc với lưới lọc. Thí nghiệm này được sử dụng để mô phỏng các hiện tượng bên ngoài vành giếng khoan.

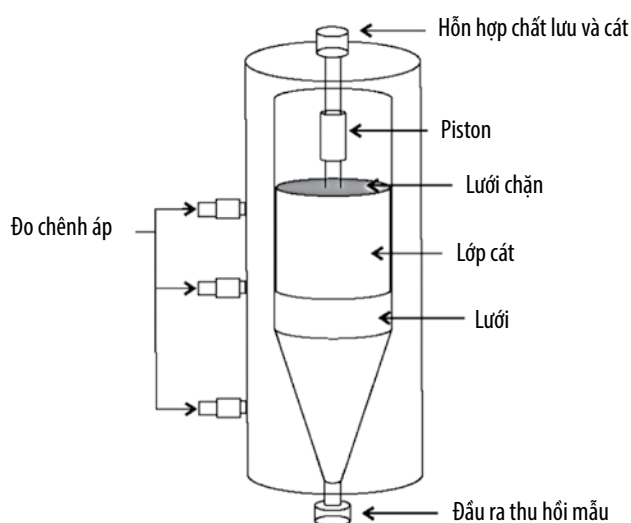
2.2. Thí nghiệm sandpack

Mẫu thử nghiệm được chuẩn bị bằng cách đặt cát đã tan rã vào lưới lọc. Cát được đặt trực

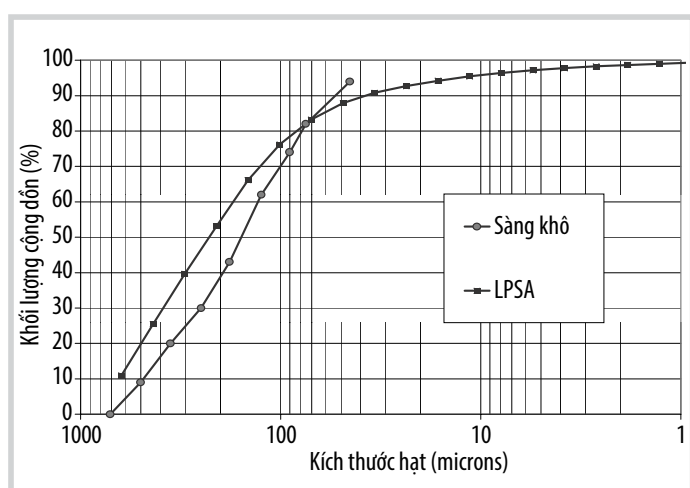
tiếp lên lưới lọc, sau đó cho 1 chất lưu dính ướt được chảy qua lớp cát và lưới lọc. Áp suất nén được đặt lên lớp cát để lớp cát tiếp xúc hoàn toàn với lưới lọc. Lượng cát đi qua sẽ được cân đo cũng như sự sụt giảm áp suất sẽ được ghi nhận (Hình 3). Thí nghiệm này mô phỏng lại hiện tượng sụp lở thành hệ hay kiểm tra khả năng kiểm soát cát chảy.

3. Các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm lưu giữ cát

Thí nghiệm lưu giữ cát được thực hiện cho các loại lưới khác nhau và từng loại vỉa khác nhau. Tùy thuộc kích cỡ hạt cát thành hệ, tỷ lệ cát thu được cũng như điều kiện ăn mòn mà vật liệu thiết kế hay cách xen kẽ các tấm đan sẽ được điều chỉnh. Thành phần sét hay độ đồng nhất của vỉa cũng ảnh hưởng lớn đến việc lựa chọn loại lưới kiểm soát cát chảy [7]. Cách thiết kế và quy mô của từng loại hệ thiết bị thí nghiệm cũng sẽ tác động đến kết quả thí nghiệm.



Hình 3. Thí nghiệm gói cát - sandpack test.



Hình 4. Biểu đồ phân bố độ hạt dựa trên 2 phương pháp [8].

3.1. Kích thước cát thành hệ

Xác định chính xác kích thước cát thành hệ đóng vai trò quan trọng nên kỹ thuật dùng để phân tích mẫu cát thành hệ cũng rất quan trọng. Kỹ thuật phân tích sự phân bố hạt cát không đúng sẽ dẫn đến thất bại khi sử dụng các gói sỏi (gravel pack) hay lưới lọc do các điểm tắc nghẽn sẽ hình thành hoặc cát sẽ chảy nhiều vào giếng. Phân bố kích thước hạt (PSD) là chỉ số cho biết thành phần tương đối tương ứng với lượng hạt theo tỷ lệ (%) của các kích cỡ hạt khác nhau có mặt trong mẫu cát phân tích, với tổng lượng hạt là 100%. Để đo PSD của cát thành hệ có thể sử dụng phương pháp nhiễu xạ laser hay còn gọi là LPSA (laser particle size analysis) và phương pháp sàng khô (sieve analysis). Đây là các kỹ thuật được thiết lập tốt để đo kích thước của các hạt và thường được dùng đồng thời nếu muốn có dải đo dài từ cao đến thấp. Cần lưu ý rằng, các hạt cát được coi là có hình cầu trong cả 2 phương pháp, có nghĩa là kích thước hạt bằng với đường kính tương đương (đường kính của 1 quả cầu tạo ra hình ảnh nhiễu xạ giống như hạt ở hướng ngẫu nhiên).

Cát mô phỏng với các hạt tròn được tạo ra hoàn toàn từ silica, nhưng cát vỉa chứa nhiều loại khoáng chất, ảnh hưởng đến hình dạng và tính chất hạt. Nhóm tác giả cho rằng những quan sát này có thể không được áp dụng rộng rãi vì chỉ xem xét 2 loại cát trong các thử nghiệm của mình trong khi cát vỉa nên được sử dụng bất cứ khi nào có thể [4].

Giá trị phân bố kích thước hạt PSD sẽ là thông số ban đầu để lựa chọn loại lưới lọc phù hợp cho thí nghiệm lưới giữ cát. Với kết quả phân tích PSD, sẽ có các giá trị từ d_{10} - d_{90} (tương ứng với 10 - 90% lượng hạt cát trong 100% mẫu ban đầu), từ đó tính được hệ số đồng nhất (uniformity coefficients) U_c dựa trên công thức:

$$U_c = \frac{d_{40}}{d_{90}}$$

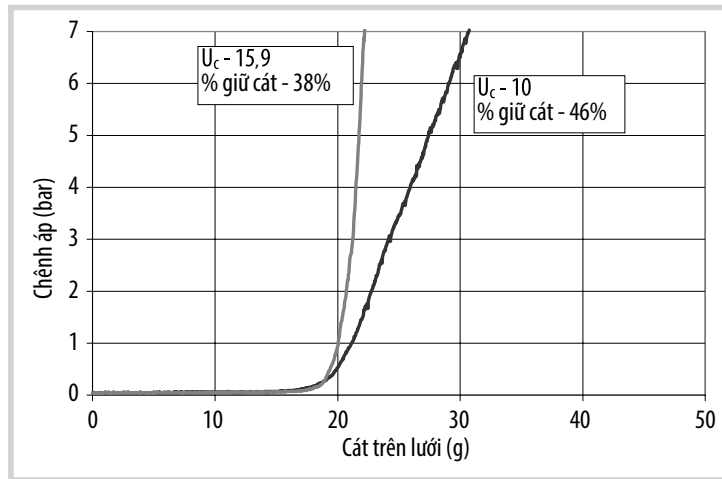
Từ Bảng 1 có thể đánh giá sơ bộ mức độ phân loại cát vỉa để từ đó có thể lựa chọn kết cấu lưới cũng như độ mở phù hợp của lỗ lưới.

3.2. Độ ướt của chất lưu vỉa (wetting fluid)

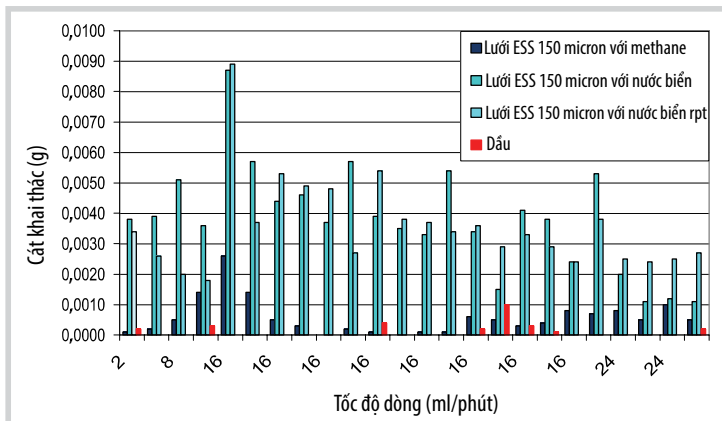
Các giếng khai thác thường hoạt động ở điều kiện áp suất cao và/hoặc nhiệt độ cao. Tuy nhiên, việc thử nghiệm ở điều kiện vỉa trong phòng thí nghiệm

Bảng 1. Phân loại cát

U_c	Phân loại cát
$U_c \leq 3$	Đồng nhất
$3 < U_c \leq 5$	Ít đồng nhất
$5 < U_c \leq 10$	Không đồng nhất
$U_c > 10$	Rất không đồng nhất



Hình 5. Ảnh hưởng của hệ số đồng nhất (U_c) đến khả năng lưu giữ cát [8].



Hình 6. Biểu đồ thể hiện mức độ ảnh hưởng của chất lưu đến thí nghiệm [4].

Bảng 2. Lượng cát thu được tương ứng với các loại chất lưu khác nhau trên cùng 1 loại lưới [4]

Loại lưới	Chất lưu	Tổng lượng cát chảy qua (g)
150 DTW	Chất lưu có methanol	0,0272
150 DTW	Nước biển	0,0854
150 DTW	Dầu	0,0027

khá nguy hiểm và tốn kém. Thí nghiệm lưu giữ cát được thiết kế để đánh giá các yếu tố vật lý tác động đến việc tạo ra hiện tượng tắc nghẽn (plugging) hay hiệu quả của việc kiểm soát cát như tốc độ dòng chảy, độ nhớt chất lưu hay kích thước hạt cát thành hệ.

Nước muối tỷ trọng cao và dung môi polymer hiện nay chủ yếu được sử dụng để mô phỏng chất lưu vỉa. Tuy nhiên, lực liên kết phân tử giữa các chuỗi polymer khá mạnh nên rất khó hòa tan khi khuấy ở tốc độ thấp và khi các phân tử polymer không

hòa tan được sẽ có thể dẫn đến tắc nghẽn lưới lọc. Ngoài ra, cát tổng hợp (simulated sand) rất khó phân tán trong chất lưu. Chính vì vậy, cần lựa chọn chất lưu cho thí nghiệm có độ nhớt và sức căng bề mặt tương tự với chất lưu vỉa để tránh các hiện tượng trên. Theo các nghiên cứu của Busahmin [9], dầu khoáng được khuyến nghị sử dụng cho thí nghiệm lưu giữ cát.

Hình 6 là biểu đồ thể hiện lượng xuyên qua lưới lọc 150 mm ESS. Bảng 2 là kết quả lượng cát chảy qua lưới có lớp cát khi sử dụng với các loại chất lưu khác nhau, đặc biệt là dầu, methanol và nước biển.

3.3. Tốc độ dòng chảy (flow rate)

Kết quả thử nghiệm SRT cho thấy để ngăn cát lắng xuống trước khi đến lưới lọc, tốc độ dòng chảy thường được thiết kế cao hơn, dao động từ 50 ml/phút đến 5.000 ml/phút [5]. Tuy nhiên, tốc độ dòng chảy cao thường gây nhiễu loạn, dẫn đến sự không ổn định của vòm cát trên lưới lọc và làm tăng sai số của kết quả thí nghiệm. Trên thực tế, tốc độ dòng chảy của chất lỏng trong lòng đất là tốc độ thấm. Tracey Ballard cho rằng tốc độ dòng chảy trong vỉa chứa là 0,01 - 0,1 cm/giây [10]. Do đó, tốc độ dòng chảy cần được tính toán theo khả năng cho dòng khai thác thực tế của giếng trước khi thí nghiệm, và thí nghiệm nên thực hiện lặp lại ít nhất 2 lần để tăng tính tin cậy cho kết quả.

Bảng 3 cho thấy ý tưởng về mối quan hệ giữa tốc độ dòng sử dụng trong phòng thí nghiệm và tốc độ dòng khai thác ngoài vỉa với giả thuyết là chỉ có 50% tiết diện của tấm lưới được mở để cho dòng.

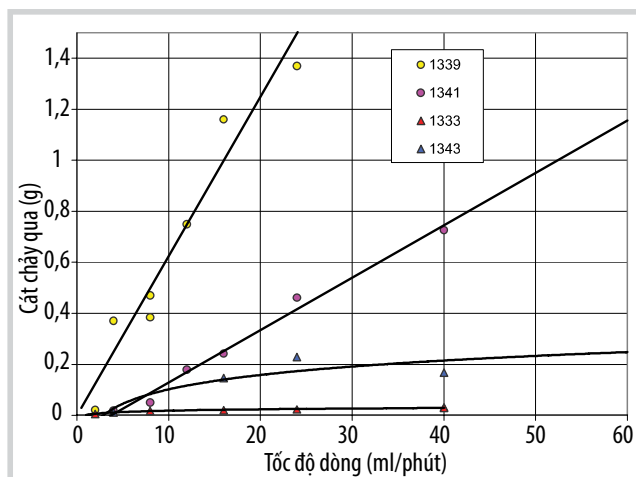
Hình 7 là cho thấy ảnh hưởng của tốc độ dòng đối với các loại cát khác nhau (cát hạt mịn mã định danh là 1339 và 1341, cát hạt to hơn có mã định danh là 1343 và 1333).

Đối với cát hạt mịn, kích thước hạt quá nhỏ để đạt hiệu quả lưu giữ và mối quan hệ giữa tốc độ dòng và lượng cát thu được gần như là tuyến tính. Trong khi đó, loại cát thô hơn có hiệu quả lưu giữ tốt hơn và mối quan hệ có dạng logarit hơn.

Hình 7 cũng cho thấy tốc độ dòng chảy càng cao thì lượng cát thu được càng nhiều nhưng đến thời điểm nhất định khi không còn cát thoát qua thì việc tăng tốc độ dòng chảy không có nhiều ý nghĩa.

Bảng 3. Bảng quy đổi dòng chảy [4]

Tốc độ dòng chảy của thí nghiệm (cm ³ /phút)	Tốc độ dòng khai thác tại vỉa có bề dày khoảng 500 ft (thùng/ngày)	
	Đường kính lòng giếng 6"	Đường kính lòng giếng 8,5"
2	5.200	7.400
16	41.800	59.000
24	62.600	88.800



Hình 7. Ảnh hưởng của tốc độ dòng lên các loại cát khác nhau [4].

Bảng 4. So sánh mức độ cát thu được với dòng chảy tại vỉa và thí nghiệm [4]

Tốc độ dòng chảy	Lượng chất lưu (l)	Tổng lượng cát chảy qua (g)
16 và 24 ml/phút Tốc độ thí nghiệm	1	0,90
1 và 2 ml/phút Tốc độ tại vỉa	4	0,005

3.4. Nồng độ slurry

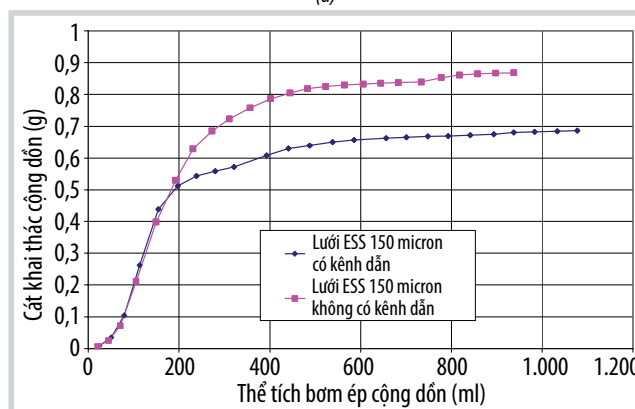
Nếu trộn cát thí nghiệm theo tỷ lệ cát chảy thực tế thì thời gian thí nghiệm có thể kéo dài 1 tuần, thậm chí lâu hơn. Do đó, các thử nghiệm có thể được thiết kế để xem xét tình huống xấu nhất bằng cách điều chỉnh nồng độ slurry.

3.5. Hiện tượng tạo kênh dẫn trong thành hệ (channel formation)

Các kênh dẫn trong thành hệ xuất hiện ở thành bờ của lớp cát sẽ tạo ra 1 dòng chảy ưu tiên và làm giảm lượng cát đi qua lưới. Sự hình thành kênh dẫn này sẽ thấy rõ trong dữ liệu áp suất nhưng thường ít xuất hiện ngay từ lúc ban đầu của thí nghiệm. Hiện tượng này xảy ra phổ biến nhất khi thí nghiệm với các lớp cát có độ thấm thấp. Hình 8a là ví dụ về hiện tượng tạo kênh dẫn và Hình 8b cho thấy sự ảnh hưởng của kênh dẫn này lên lượng cát thu được. Việc hình thành kênh dẫn sẽ dẫn đến sai số rất lớn, đến mức làm sai lệch hoàn toàn kết quả thí nghiệm. Để phát hiện hiện tượng này trong quá trình thí nghiệm cần theo dõi đường chênh áp đi qua lớp cát. Nếu chênh



(a)



(b)

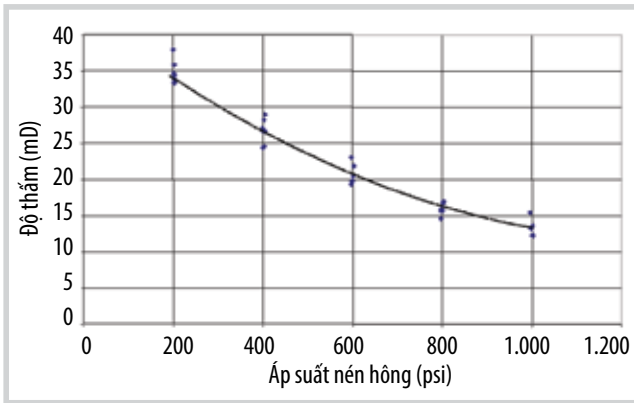
Hình 8. Hiện tượng tạo kênh dẫn (channelling) (a) và biểu đồ thể hiện sự ảnh hưởng (b) [4].

áp giảm nhanh về 0 chúng tỏ đã xuất hiện kênh dẫn và nên dừng thí nghiệm để kiểm tra và thay thế. Công nghệ vật liệu hiện nay có thể chế tạo bộ lưu giữ cát bằng chất liệu trong suốt, giúp phát hiện sớm hiện tượng tạo kênh dẫn (Hình 8).

3.6. Độ thấm (permeability)

Các loại thí nghiệm này đo các loại độ thấm sau:

- Độ thấm của lớp cát hình thành được giữ lại trên lưới lọc;
- Độ thấm của lớp cát + lưới lọc;
- Độ thấm ban đầu của lưới lọc;
- Độ thấm còn tồn tại sau khi gạt bỏ lớp cát trên lưới lọc.



Thông tin lưới - Poromax 300		Thông tin thành hệ			
Độ mở lưới (microns)	300	% cộng dồn (micron)	d ₁₀ 1.143	d ₅₀ 630	d ₉₀ 50
Bề dày lưới (in.)	0,07	Hệ số đồng nhất (d ₄₀ /d ₉₀)		14,3	
Độ rỗng lưới (%)	55	d ₅₀ /U _c /độ mở lưới		0,147	
Độ thấm ban đầu của lưới (darcys)	2.095	Độ thấm thành hệ áp suất nén 1.000 psi (md)		78	
Thông tin thí nghiệm					
Độ thấm sau cùng của lưới (darcys)	1.587	d ₁₀ của hạt rắn đầu ra (microns)		36	
Độ thấm còn lại (%)	76	Lượng hạt rắn chảy qua lưới		0,194	

Hình 9. Mối tương quan giữa độ thấm và áp suất nền (a) và bảng kết quả đánh giá lưới lọc (b) [11].

Định luật Darcy được sử dụng để tính toán độ thấm của hệ thống từ các phép đo của thí nghiệm:

$$K = \frac{\mu QL}{A\Delta p}$$

Trong đó: K: Độ thấm (darcy);

μ: Độ nhớt lưu chất tại điều kiện thí nghiệm (cP);

Q: Tốc độ dòng (cm³/giây);

L: Bề dày lớp cát hay lưới (cm);

A: Tiết diện bề mặt lớp cát hoặc lưới (cm²);

Δp: Chênh áp (atm).

Ngoài việc đánh giá hiệu quả của lưới lọc, việc đo các chỉ tiêu độ thấm này còn đánh giá được mức độ tổn hại của dòng dung dịch hỗn hợp chứa cát tác động lên lưới, từ đó đưa ra các yêu cầu để thiết kế lưới tốt hơn.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã thiết lập 1 phương pháp thử nghiệm đáng tin cậy đánh giá hiệu suất của lưới lọc cát đồng thời cho thấy các yếu tố không được kiểm soát có thể làm sai lệch kết quả. Để đưa ra kết quả có ý nghĩa cho 1 ứng dụng cụ thể đòi hỏi tất cả các khía cạnh của thử nghiệm phải

được xem xét và áp dụng cẩn trọng. Việc lựa chọn lưới lọc hoàn toàn từ phân bố kích thước hạt cát vừa không nhất thiết phải thích hợp hơn. Các tiêu chí nên được đánh giá dựa trên kết quả từ thí nghiệm lưới giữ cát.

Thí nghiệm này đang được sử dụng để phân loại lưới lọc cho các đối tượng địa chất khác nhau và sẽ được tối ưu hóa khi có thêm nhiều dữ liệu trong các điều kiện khác nhau. Những nghiên cứu được thực hiện cho thấy:

- Lựa chọn và chuẩn bị cát thử nghiệm là rất quan trọng vì sự phân bố kích thước cát ảnh hưởng đáng kể đến kết quả. Cả phạm vi kích thước và độ chọn lọc đều quan trọng;

- Thiết kế bộ giữ cát có thể ảnh hưởng đến kết quả nếu chế độ dòng chảy thích hợp không được thiết lập trước khi dung dịch cát được bơm đến lưới lọc;

- Cần phải đảm bảo toàn bộ cát thực tế ban đầu được vận chuyển đến lưới lọc. Tốc độ dòng thử nghiệm thường phải cao hơn nhiều so với tốc độ thực của vỉa để tiết kiệm thời gian;

- Hiệu suất lưới lọc nên được đánh giá dựa trên cả khả năng giữ cát và độ thấm. Không thể lựa chọn 1 thông số duy nhất để đánh giá và các đánh giá có giá trị phải được thực hiện căn cứ vào các yêu cầu cụ thể của dự án;

- Những thử nghiệm tương tự đã được chứng minh là cực kỳ nhạy cảm với các điều kiện thử nghiệm nên không thể so sánh trực tiếp kết quả từ các phòng thí nghiệm khác nhau, vì vậy cần phải theo dõi sát sao toàn bộ thí nghiệm;

- Sự phân bố kích thước hạt sẽ khác nhau tùy thuộc vào phương pháp.

Tài liệu tham khảo

[1] C.J. Coberly, "Selection of screen openings for unconsolidated sands", *Drilling and Production Practices*, 1937.

[2] Rajesh A. Chanpura, Somnath Mondal, Jamie S. Andrews, Anne-Mette Mathisen, Joseph A. Ayoub, Mehmet Parlar, and Mukul M. Sharma, "New analytical and statistical approach for estimating and analyzing sand production through plain square-mesh screens during a sand- retention test", *SPE Drilling & Completion*, Vol. 28, No. 02, pp. 135 - 147, 2013. DOI: 10.2118/151637-PA.

[3] Ehimhen Agunloye and Erome Utunedi, "Optimizing sand control design using sand screen retention testing", *SPE Nigeria Annual International*

Conference and Exhibition Lagos, Nigeria, 5 - 7 August 2014.
DOI: 10.2118/172488-MS.

[4] T.J. Ballard and S.P. Beare, "Sand retention testing: the more you do, the worse it gets", *SPE International Symposium and Exhibition on Formation Damage Control, Lafayette, Louisiana, USA, 15 - 17 February 2006.* DOI: 10.2118/98308-MS.

[5] B. Wu, G. Lupton, T. Barton, R. Denke, C.Y. Wong, Y. Feng, J. Boulanger, and S.K. Choi, "Development of a novel sand retention cell", *SPE Asia Pacific Oil & Gas Conference and Exhibition Perth, Australia, 25 - 27 October 2016.* DOI: 10.2118/182494-MS.

[6] Somnath Mondal, Mukul M. Sharma, Rajesh A. Chanpura, Mehmet Parlar, and Joseph A. Ayoub, "Numerical simulations of sand-screen performance in standalone applications", *SPE Drilling & Completion*, Vol. 26, No. 4, pp. 472 - 483, 2011. DOI: 10.2118/134326-PA.

[7] George Gillespie, Calvin K. Deem, and Christophe Malbrel, "Screen selection for sand control based on laboratory tests", *SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition Brisbane, Australia, 16 - 18 October 2000.* DOI: 10.2118/64398-MS.

[8] Tracey Ballard, Nils Kageson-Loe, and Anne Mette Mathisen, "The development and application of a method for the evaluation of sand screens", *SPE European Formation Damage Conference, The Hague, The Netherlands, 31 May - 1 June 1999.* DOI: 10.2118/54745-MS.

[9] Bashir Busahmin and Brij B. Maini, "Measurements of surface tension for mineral and crude oil systems", *Defect Diffusion Forum*, Vol. 391, pp. 106 - 113, 2019. DOI: 10.4028/www.scientific.net/DDF.391.106.

[10] Tracey Ballard and Steve Beare, "An investigation of sand retention testing with a view to developing better guidelines for screen selection", *SPE International Symposium and Exhibition on Formation Damage Control, Lafayette, Louisiana, USA, 15 - 17 February 2012.* DOI: 10.2118/151768-MS.

[11] Richard M. Hodge, Robert C. Burton, Vernon Constien and Valerie Skidmore, "An Evaluation Method for Screen-Only and Gravel-Pack Completions", *International Symposium and Exhibition on Formation Damage Control, Lafayette, Louisiana, USA, 20 - 21 February 2002.* DOI: 10.2118/73772-MS.

EVALUATING THE SCREEN PERFORMANCE IN SAND CONTROL DESIGN BY LABORATORY SAND RETENTION TEST

Nguyen Lam Quoc Cuong¹, Nguyen Mau Dang²

¹Vietnam Petroleum Institute

²Japan Vietnam Petroleum (JVPC)

Email: cuongnlq@vpi.pvn.vn

Summary

To produce oil and gas from unconsolidated sandstone reservoirs, sand screens are necessary to control sand flowing from the formation into the wells, causing well pluggings. In open hole completion, stand-alone sand screen is an essential component to prevent sand production, thus, selection of suitable sand screens is critical to minimize sand production and optimize the well's production life.

Nowadays, premium screens with steel meshes make the openings of the screen slots complex in shape, resulting in a very different effect of sand retention compared to the traditional screens. The sand retention test is considered a standard and must be conducted to select screen opening and size, which decides the sand prevention capacity of the screen.

The paper presents the factors affecting the results of laboratory sand retention tests and proposes solution in the direction of considering the data trend rather than relying completely on the output results. The paper also brings about the evaluation method through the change the screen's permeability to have better qualitative results compared to the traditional methods.

Key words: Sand production, sand screen selection, sand retention test.